

REDUCTION OF RESIDUAL STRESS OF OPTICAL FIBER PREFORM

Patent Number: JP2000256027
Publication date: 2000-09-19
Inventor(s): FUKUSHIMA CHIKAYASU; SUZUKI SHINJI; SHIMADA TADAKATSU; HIRASAWA HIDEO
Applicant(s): SHIN ETSU CHEM CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2000256027
Application Number: JP19990058521 19990305
Priority Number(s):
IPC Classification: C03B37/012
EC Classification:
Equivalents: JP3071422B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for heat treating by which effective relaxation or reduction of the residual stress of a preform having a large diameter is achieved.

SOLUTION: When an optical fiber preform is heat treated while relatively rotating the optical fiber preform and a burner and moving the burner along the optical fiber preform, the heat treatment is carried out by setting the amount of heat Q_s (kcal/cm²) per unit surface which is supplied to the optical fiber preform and relatively setting the amount Q (l/min) of combustible gas supplied to the burner and the moving velocity V (m/min) of the burner to prescribed values according to the diameter d (m) of the optical fiber preform by the equation $Q_s = (Q \times H) / (V \times \pi \times d)$ (H is calorific value of the combustible gas: kcal/m³).

Data supplied from the esp@cenet database - 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-256027
(P2000-256027A)

(43) 公開日 平成12年9月19日 (2000.9.19)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト* (参考)

C 0 3 B 37/012

C 0 3 B 37/012

Z 4 G 0 2 1

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-58521

(22) 出願日 平成11年3月5日 (1999.3.5)

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72) 発明者 福島 慎泰

新潟県中頸城郡頸城村大字西福島28番1号

信越化学工業株式会社直江津工場内

(72) 発明者 鈴木 真二

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化

学工業株式会社精密機能材料研究所内

(74) 代理人 100062823

弁理士 山本 亮一 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバプリフォームの残留応力の低減方法

(57) 【要約】

【課題】 大口径プリフォームの残留応力を、効果的に緩和ないし低減する熱処理方法を提供する。

【解決手段】 光ファイバプリフォームとバーナーを相対的に回転させ、光ファイバプリフォームに沿ってバーナーを移動させつつ熱処理するに際し、光ファイバプリフォームへの単位表面積当りの熱量 Q_s (kcal/cm²) を設定し、 $Q_s = (Q \times H) / (V \times \pi \times d)$ の式にもとづき、(Hは可燃性ガスの発熱量 (kcal/m³) である。)

光ファイバプリフォームの直径 d (m) に応じてバーナーへの可燃性ガスの供給量 Q (l/min) およびバーナーの移動速度 V (m/min) を所定の値に相対的に設定して熱処理することを特徴としている。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバプリフォームとバーナーを相対的に回転させ、光ファイバプリフォームに沿ってバーナーを移動させつつ熱処理するに際し、光ファイバプリフォームへの単位表面積当りの熱量 Q_s (kcal/cm²)を設定し、

$Q_s = (Q \times H) / (V \times \pi \times d)$ の式にもとづき、
(H は可燃性ガスの発熱量 (kcal/m³)である。)

光ファイバプリフォームの直径 d (m)に応じてバーナーへの可燃性ガスの供給量 Q (l/min)およびバーナーの移動速度 V (m/min)を所定の値に相対的に設定して熱処理することを特徴とする光ファイバプリフォームの残留応力の低減方法。

【請求項2】 光ファイバプリフォームへの単位表面積当りの熱量を増していくときに生じる残留応力の極大値を超える熱量で熱処理される請求項1に記載の光ファイバプリフォームの残留応力の低減方法。

【請求項3】 前記単位表面積当りの熱量を、5.0 kcal/cm²以上に設定して熱処理することにある請求項1または2に記載の光ファイバプリフォームの残留応力の低減方法。

【請求項4】 前記熱処理の工程が、光ファイバプリフォームを延伸もしくは透明化するファイアポリッシュ工程である請求項1ないし3のいずれかに記載の光ファイバプリフォームの残留応力の低減方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバプリフォーム（以下、単にプリフォームという）の残留応力の低減方法に関し、特に、熱処理により大径のプリフォームの残留応力を効果的に低減させる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバは、近年の線引き技術の向上にともない大口径のプリフォームからの線引きが可能となり、プリフォームの大口径化が要求されている。従来のプリフォーム製造では、単に、バーナーの火力を一定に設定してファイヤーポリッシュにより残留応力を低減させてきたが、プリフォームの大口径化にともない残留応力が残るようになった。残留応力が存在するプリフォームは、所定の径に延伸する工程や所定の長さで切断する加工工程において、クラックが入ったり割れたりする不都合が発生することがあり、大口径のプリフォームを不都合なく使用するにはこの残留応力を軽減ないし緩和する必要があった。

【0003】このような残留応力を軽減ないし緩和する方法として、弱い炎でプリフォームの表面をあぶる工程がファイヤーポリッシュ工程に採り入れられたが、プリフォームの大口径化にともなって、このようなファイヤーポリッシュ工程での弱い炎による加熱では、プリフォームのコア近傍の残留応力を充分除くことができず、歪

が残ってしまうことが分かってきた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の課題は、大口径プリフォームの残留応力を、効果的に緩和ないし低減する熱処理方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、大口径のプリフォームの残留応力を除去ないし緩和する方法について、特に、大型プリフォームの加熱処理熱量に着目して熱量と歪との関係について実験研究を重ねた結果、プリフォームの径、加熱に供する可燃性ガスの発熱量とその供給量及びバーナーのプリフォームに対する相対移動速度を適切にコントロールすることが極めて重要であることを見出した。

【0006】本発明のプリフォームの残留応力の低減方法は、プリフォームとバーナーを相対的に回転させ、プリフォームに沿ってバーナーを移動させつつ熱処理するに際し、プリフォームへの単位表面積当りの熱量 Q_s (kcal/cm²)を設定し、 $Q_s = (Q \times H) / (V \times \pi \times d)$ の式にもとづき、プリフォームの直径 d (m)に応じてバーナーへの可燃性ガスの供給量 Q (l/min)およびバーナーの移動速度 V (m/min)を所定の値に相対的に設定して熱処理することを特徴としている。なお、 H は可燃性ガスの発熱量 (kcal/m³)である。このとき、単位表面積当りの熱量を増していくときに生じる残留応力の極大値を超える熱量、または5.0 kcal/cm²以上に設定して熱処理するのが好ましい。

【0007】プリフォームへの熱処理時の熱量を増していくと、図1に示すように、残留応力は急速に増大し、熱量がほぼ4.3 kcal/cm²に達したとき、残留応力は極大値を示し、それを超えると残留応力は急激に減少している。プリフォームの径が55mmの場合は約8.0 kcal/cm²の熱量で、プリフォームの径が43mmの場合は約6.0 kcal/cm²の熱量でそれぞれ極小値に達し、プリフォームの径によって極小値を示す熱量は異なるものとなっている。熱量を、残留応力の極大値を超えた5.0 kcal/cm²以上に設定して熱処理したプリフォームは、その後の延伸加工や切断加工によってクラックや割れを生じることなく加工することができた。

【0008】このため、プリフォームの直径に対応して、バーナーの移動速度およびバーナーへの可燃性ガスの供給量を、プリフォームの単位表面積当りの熱量が5.0 kcal/cm²以上となるように相対的に設定するのが好ましい。なお、本発明のプリフォームの残留応力の低減方法は、プリフォームの残留応力の低減のみを目的として、あるいはファイアポリッシュ工程においてプリフォームの延伸もしくは透明化の際に行うこともできる。

【0009】本発明の技術的特徴は、熱処理の際のプリフォームの単位表面積当りの熱量 Q_s を、図1に示したプリフォームの残留応力の極大値を超える熱量で、例え

ば、 5.0 kcal/cm^2 以上の熱量となるように熱処理条件を設定することで、極めて効率よく残留応力による歪が低減されることにある。具体的な熱処理条件は、予め設定された熱量 Q_s と、 $Q_s = (Q \times H) / (V \times \pi \times d)$ の式にもとづき、プリフォームの径 d (m) に対応させて、可燃性ガスの流量 Q (l/min) およびバーナーの移動速度 V (m/min) が相対的に設定される。 H は可燃性ガスの発熱量 (kcal/m^3) である。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の残留応力の低減方法は、各種径のプリフォームに適用し得るが、特に、径が43cmを超えるような大型のプリフォームの残留応力の低減に好適な熱処理方法である。この熱処理は、通常、水平に保持されたプリフォームとバーナーを相対的に回転させ、プリフォームに沿ってバーナーを移動させつつ熱処理してプリフォームの残留応力にもとづく歪を順次低減し、プリフォームの単位表面積当りの熱量が、 5.0 kcal/cm^2 以上となるように、可燃性ガスの供給量、バーナーの移動速度等を適宜設定することにより、極めて効率よく残留応力を低減することができる。次に、具体的な実施例にもとづき、本発明の残留応力の低減方法について更に詳細に説明する。

【0011】

【実施例】(実施例1) VAD法により製造された光フ

ァイバ母材を延伸、ガラス化した初期残留応力が 37 kgf/cm^2 のプリフォーム (直径55mm) を、水素/酸素 (H/O) 200/100 sccm (水素ガス 200L/min、酸素ガス 100L/min、水素ガスの燃焼発熱量 12.8 kcal/cm^3) のガス供給条件で燃焼させ、バーナーをプリフォームに沿って移動させつつ加熱してファイヤーポリッシュした。このとき、燃焼条件はそのままバーナーの移動速度を変えることにより、プリフォームへの単位表面積当りの熱量を変化させて7本のプリフォームを熱処理した。各プリフォームについて、バーナーの移動速度と熱処理後の歪量 (kgf/cm^2) を測定し、さらに上記式から単位表面積当りの熱量 (kcal/cm^2) を算出した。

【0012】さらに、これら各プリフォームに対して衝撃試験 (ダイヤモンドカットによる切断) を行い、単位表面積当りの熱量と歪量との関係、およびこれらと衝撃試験結果との関係を調べ、図2および表1にまとめて示した。表中の○印は切断時にクラックや割れが発生せず、×印はクラックや割れの発生を示す。この結果、熱量が 5.0 kcal/cm^2 以上ではクラックや割れの発生は認められなかったが、熱量が 4.2 kcal/cm^2 以下ではクラックや割れが発生した。

【0013】

【表1】

No	バーナー速度 (mm/min)	歪量 (kgf/cm ²)	熱量 (kcal/cm ²)	衝撃試験結果
1	90	35	3.2	×
2	80	37	3.8	×
3	70	45	4.2	×
4	60	42	5.0	○
5	50	39	6.0	○
6	40	31	7.4	○

【0014】

【発明の効果】本発明の方法によれば、プリフォームの残留応力にもとづく歪が効率よく低減され、単位表面積当り 5.0 kcal/cm^2 以上の熱量で熱処理されたプリフォームは、その後の延伸工程や切断工程でのクラックや割れの発生は防止され、加工効率が上がり、工業的に極

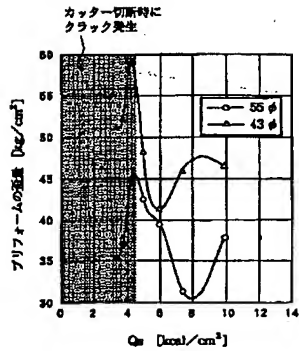
めて有利である。

【図面の簡単な説明】

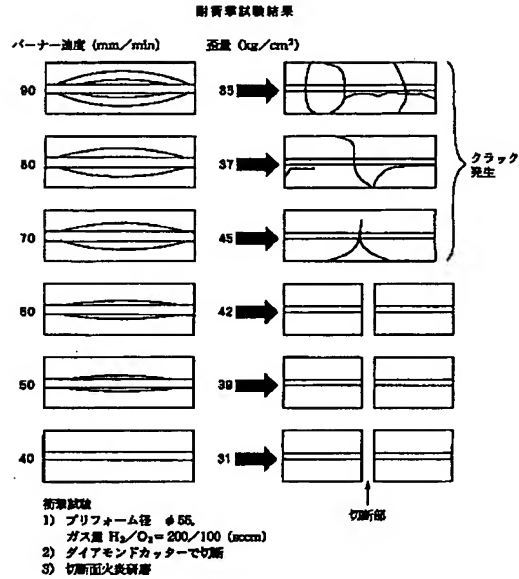
【図1】 プリフォームの歪量と単位表面積当りの熱量との関係を示すグラフである。

【図2】 衝撃試験結果を模式的に示す図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 島田 忠克
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化
学工業株式会社精密機能材料研究所内

(72)発明者 平沢 秀夫
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化
学工業株式会社精密機能材料研究所内
Fターム(参考) 4G021 BA00